*Arnaldoa* 23 (1): 149 - 158, 2016

ISSN: 1815-8242 (edición impresa)
ISSN: 2413-3299 (online edition)

# Obtención de un colorante natural de las semillas de *Bixa orellana* L. (Bixaceae) como alternativa para uso cosmético

# Obtaining a natural dye from *Bixa orellana* L. (Bixaceae) seeds as an alternative for cosmetic use


***Carmen Isolina Ayala Jara, Ericson Felix Castillo Saavedra, Katterine Yudit Alfaro Avalos & Eva del Pilar Aspiros Freyre***
Facultad de Farmacia y Bioquímica. Universidad Nacional de Trujillo, Perú.
Email: ayalajara27@hotmail.com

***Luis Ernesto Seclén Ayala***
Facultad de Medicina, Universidad Nacional de Trujillo, Perú.
Email: luis_seclen7@hotmail.com

Recibido: 20 - 01 - 2016, aceptado 25 - 04 -2016; publicado junio 2016


## Resumen

El estudio estuvo orientado en obtener un colorante natural de las semillas de *Bixa orellana* L. (Bixaceae) como alternativa para uso cosmético mediante el método de álcali acuoso. La metodología de trabajo se desarrolló en dos fases: En la primera fase se determinó la mayor eficiencia del proceso de extracción en relación a la cantidad de semilla/volumen de solvente, concentración del solvente, tiempo de agitación, pH y temperatura de secado; y en la segunda fase se realizaron los controles organolépticos y fisicoquímicos del colorante obtenido de la semilla de *B. orellana* L. Los resultados evidencian que los parámetros de mayor eficiencia en el proceso de extracción fueron: 1:3 como la relación cantidad de semilla/volumen de solvente, 2% de hidróxido de potasio como la concentración de solvente, 60 minutos como tiempo de agitación, y 58°C como la temperatura óptima. Las características organolépticas del polvo del colorante obtenido fueron: color anaranjado y rojo ladrillo a concentraciones de 0,5% y 2% p/v respectivamente, olor metálico, textura suave y aspecto de polvo fino. Respecto a los características fisicoquímicas se observó que el colorante de *B. orellana* L. se precipitó a pH 2-2,5 y obtuvo un mayor rendimiento a pH 2,25.


**Palabras clave:** *Bixa orellana* L., proceso extracción, organoléptico, fisicoquímico.


## Abstract

The study was conducted to obtain a natural dye from *Bixa orellana* L. (Bixaceae) seeds as an alternative for cosmetic use by the method of aqueous alkali. The methodology consisted of two phases: In the first phase, we determined the greater efficiency of the extraction process with regard to the amount of seed/solvent volume, solvent concentration, stirring time, pH and temperature of drying; while in the second phase, the organoleptic and physicochemical controls of the dye obtained from seeds of *B. orellana* L. were conducted. The results show that the parameters of most efficiency in the extraction process were: 1:3 in the relation amount of seed/solvent volume, 2% potassium hydroxide in the concentration of solvent, 60 minutes in stirring time, and 58 °C as the optimal temperature. The organoleptic characteristics of the dye powder obtained were: orange and brick red colors at concentrations of 0.5% and 2% w/v respectively, metallic odor, smooth texture and appearance of fine powder. With regard to the physicochemical characteristics, we observed that the *B. orellana* L. dye precipitated at pH 2 to 2.5, and obtained the highest yield at pH 2.25.


**Keywords**: *Bixa Orellana* L., extraction process, organoleptic, physicochemical.

## Introducción

Durante los últimos años los colorantes sintéticos han estado relacionados a efectos cancerígenos, alergias y daños en la piel. Por estas razones, se espera que en pocos años sean remplazados por colorantes naturales seguros y de costo accesible a la población (Devia & Saldarriaga, 2003; Cabrera & Piza, 2010).

El uso de los colorantes de origen natural se ha incrementado en los últimos años, es así, que desde el 2005 al 2009, su demanda se incrementó a 35%, y esto debido a que las legislaciones de algunos países requieren la utilización de estas sustancias en las industrias alimenticias, farmacéuticas y cosméticas (Pérez, 2001; Cabrera & Piza, 2010). En este sentido, países como Perú, México, Kenia, Segall, Brasil, Ecuador y Bolivia representan los mayores productores de colorantes naturales, teniendo a sus principales consumidores e importadores a Japón, Europa y Estados Unidos (Cabrera & Piza, 2010).

*Bixa orellana* L. (Bixaceae) denominado comúnmente como "achiote", es una especie originaria de América tropical, posiblemente del suroeste de la amazonia, tiene una vida útil de hasta 50 años,

presentando su primera cosecha a partir de los 15 a 18 meses, obteniendo rendimientos que oscilan entre 800 y 960 kg/ha, aunque sus producciones pueden llegar hasta 2500 kg/ha en plantaciones con un buen manejo agrícola. Los principales exportadores son Perú, México, Costa Rica, El Salvador y Brasil, siendo Perú el principal productor de "achiote" con un 35% de la producción mundial, mientras que Estados Unidos es el principal demandante de esta especie vegetal bajo la forma de polvo (Bonilla, 2009; Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal, 2010).

En la especie *B. orellana* L. se han identificado treintaicinco componentes, de los que se encuentran en mayor proporción: acetato de farnesilo (11,6%), acetato de occidentalol (9,7%), espatulenol (9,6%), ishwarane (9,1%), bixina y norbixina. La cantidad total de bixina y norbixina varían significativamente, los valores comunes son de 2 – 5%, pero, el contenido podría alcanzar sobre los 7% del peso seco de las semillas (Bonilla, 2009; Instituto Nacional de Salud, 2013).

Las hojas contienen bixaganeno, ishwarano (aceite esencial) entre otros mono y sesquiterpenos; flavonoides como 7 - bisulfato de apigenina, 7 - bisulfato de luteolina, 8 - bisulfato de hipolaetina, glucósido de apigenina, bisulfato de apigenina, hipoaletina, cosmosiina; flavonas, antocianidinas y sesquiterpenlactonas; carotenoides como bixina, norbixina, orelina, β-caroteno, criptoxantina, metilbixina, zeaxantina y luteína; ácido tomentósico; vitaminas; proteínas; azúcares; celulosa; grasas; calcio; fierro; diterpenos como farnesilacetona, geraniol, geranil formato, ácido gálico (benzenoide) y ácido alfitólico (Bonilla, 2009; Pérez *et al.*, 2003).

Por otro lado, las semillas contienen carotenoides expresados como provitamina A (1 000-2000 U.I. /g de semilla seca), destacando entre ellos: bixina, betabixina, metilbixina, norbixina, orelina, zeaxantina, β-caroteno, luteína y criptoxantina; también contienen bixinato de sodio, achiotina, ácido tomentósico, pectinas, proteínas, taninos, y un hidrocarburo sesquiterpénico, ishwarane (Jaramillo & Muñoz. 1992; Quiñones & Yunda, 2014).

La bixina es un ácido carotenoico de color rojo oscuro que se encuentra en la cubierta exterior del fruto, se presenta como isómero geométrico del tipo cis, pero que puede convertirse a su forma trans, más estable. Además, es insoluble en agua y ligeramente soluble en cloroformo, aceites vegetales, acetato de etilo y propilenglicol (Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal, 2010).

Asimismo, la bixina es un excelente colorante que presenta ventajas para ser utilizado en la industria cosmética (Food and Drugs Administration, 2001). En primer término es un colorante inofensivo; la Organización Mundial de la Salud (OMS) reconoce su nula toxicidad tanto para el consumo humano como para su aplicación en la piel. En segundo lugar, representa una sustancia con alta resistencia a los agentes químicos, por lo que resulta muy apropiada para colorear todo tipo de alimentos y bebidas (Pérez *et al.*, 2003).

En la actualidad, tanto consumidores como industriales prefieren la utilización de estos productos de origen natural, debido a su biodegradabilidad y baja toxicidad, contrario a lo que ocurre con los colorantes artificiales que pueden contener compuestos químicos que llegan a ser tóxicos. El consumidor más allá de satisfacer sus necesidades cuida su salud.

En la búsqueda de opciones para responder a las tendencias mundiales se reconoce la exigencia de una oferta de especies vegetales con posibilidades de uso cosmético como colorantes naturales, los cuales están contenidos en las semillas de *B. orellana* L., y que actualmente tiene buena aceptación (Quiñones & Yunda, 2014).

La amplia bibliografía sobre el "achiote" demuestra gran conocimiento de los aspectos agronómicos de la planta y sobre algunos métodos de extracción del colorante, unos muy rudimentarios, otros más tecnificados, pero, que finalmente se refieren a métodos realizados a escala de laboratorio (Giraldo & Londoño, 1999; Jaramillo & Muñoz, 1992; Lanza, 1997). No obstante, se presenta un estudio relacionadas al proceso extractivo del colorante, tales como: solvente que se utiliza, concentración, relación de cantidad de semilla a volumen de solvente, pH, tiempo de agitación, entre otras, con el fin de establecer los parámetros necesarios para dimensionar el proceso a escala piloto (Devia & Saldarriaga, 2003; Lanza, 1997).

La remoción del pigmento de la semilla de *B. Orellana* L. se puede hacer por medios biotecnológicos, empleando una solución acuosa de alfa-enzimas a temperatura y tiempo suficientes para la extracción (Morales *et al.*, 2005). Por otro lado, también es posible obtener el colorante de "achiote" soluble en ácido en forma pulverizada, mezclando un extracto de *B. orellana* L. soluble en solución alcalina con una dispersión acuosa de un derivado del almidón y por secado lograr el producto deseado. Para extraer el pigmento del material de la planta hay un proceso que incluye combinar el material de la planta desmenuzado con una enzima, pectinasa, celulasa o hemicelulasa, la cual rompe la pared celular y de esta manera se van liberando los carotenoides contenidos en ellas (Aguilar, 1998; Devia & Saldarriaga, 2003; Pérez, 2001).

En este contexto, se plantea como objetivo obtener un colorante natural de la semilla de *B. orellana* L. (Bixaceae) como alternativa para uso cosmético.

## Material y Métodos

### Material

Se utilizó como material de estudio 100 g de semillas de *B. orellana* L. obtenidos de Perú. Dpto. La Libertad, Prov. Trujillo, Distrito Huanchaco, Centro Poblado El Trópico.

### Método

El proceso extractivo de mayor eficiencia para la obtención del colorante natural de *B. orellana* L. expresado en gramos se realizó por el método de álcali acuoso, teniendo en consideración las siguientes variables: relación semilla/solvente, concentración de solvente expresado como porcentaje peso/volumen (% p/v), tiempo de agitación, pH y tiempo de secado. El procedimiento consistió en pesar 100 g de semillas, se colocaron en un vaso de precipitación, y se agregaron 100 mL de solución de KOH al 2% p/v y se dejó reposar por 12 horas. Luego se precipitó el colorante a pH 2 – 2,5 con $H_2SO_4$ al 10% p/v. Posteriormente, se filtró al vacío, la masa de colorante obtenida se secó en una estufa a temperaturas de 56° a 58°C, se trituró y se pesó el colorante en polvo (Aguilar, 1998; Devia, 2005; Narciso, 2012; Pérez, 2001).

De la misma forma, se realizó la caracterización del colorante mediante la determinación de la longitud de onda a la cual el colorante tiene la máxima absorbancia, para lo cual, se tomó 1g de muestra del colorante y se transfirió a un balón de 100 mL aforando con solución de

KOH al 5%. Luego, se tomó una alícuota de 1 mL de la solución anterior y se llevó a un segundo balón de 100 mL y se aforó con solución de KOH al 5%. Finalmente, se utilizó el espectrofotómetro para realizar un barrido de absorbancias entre 300 y 600 nm, obteniéndose a través de un piloto que la longitud de onda máxima estuvo comprendida entre 450 y 500 nm (Aguilar, 1998; Devia, 2005).

Las características organolépticas fueron determinadas mediante el olor, color, textura y aspecto; mientras que las características fisicoquímicas del colorante natural de *B. orellana* L. están en función de los cambios en la coloración del extracto a 0,5 y 2% p/v sometidos a diferentes pH y temperaturas. Respecto a la sensibilidad a cambios de pH, se realizaron mediciones a 2; 2,25; 2,5 y 6,5; mientras que la evaluación de la sensibilidad a variación de la temperatura, se realizó a 23, 56, 57 y 58 °C (Aguilar, 1998; Devia, 2005; Narciso, 2012; Pérez, 2001).

## Resultados y discusión

En la determinación de la eficiencia del proceso de extracción del colorante de las semillas de *B. orellana* L. (Bixaceae) respecto a la variable cantidad de semilla/ volumen de solvente (Tabla 1), la mayor extracción se observó en la relación 1:3 de cantidad de semilla/ volumen de solvente, y los resultados obtenidos concuerdan con otras investigaciones, afirmando que esta relación disminuye la tensión superficial entre la solución y las semillas (Devia & Saldarriaga, 2003).

**Tabla 1.** Eficiencia del proceso extractivo de *B. orellana* L. (Bixaceae) expresado en gramos al 0,5% p/v, respecto a la relación semilla/solvente, tiempo de agitación, pH y tiempo de secado

| Relación semilla/solvente | Tiempo de agitación (min) | pH | Temperatura de secado (°C) | Eficiencia del colorante (g) |
|---|---|---|---|---|
| 1:3 | 30 | 2,23 | 58 | 0,29 |
| 1:3 | 30 | 2,23 | 57 | 0,28 |
| 1:3 | 30 | 2,23 | 56 | 0,22 |
| 1:3 | 45 | 2,05 | 58 | 0,39 |
| 1:3 | 45 | 2,05 | 57 | 0,19 |
| 1:3 | 45 | 2,05 | 56 | 0,24 |
| 1:3 | 60 | 2,48 | 58 | 0,49 |
| 1:3 | 60 | 2,48 | 57 | 0,23 |
| 1:3 | 60 | 2,48 | 56 | 0,13 |
| 1:2 | 30 | 2,04 | 58 | 0,36 |
| 1:2 | 30 | 2,04 | 57 | 0,27 |
| 1:2 | 30 | 2,04 | 56 | 0,36 |
| 1:2 | 45 | 2,21 | 58 | 0,52 |
| 1:2 | 45 | 2,21 | 57 | 0,29 |
| 1:2 | 45 | 2,21 | 56 | 0,28 |
| 1:2 | 60 | 2,58 | 58 | 0,42 |
| 1:2 | 60 | 2,58 | 57 | 0,46 |
| 1:2 | 60 | 2,58 | 56 | 0,38 |

Por otra parte, la eficiencia del proceso de extracción del colorante de las semillas de *B. orellana* L. en relación a la variable concentración de solvente, se obtuvo una mayor extracción cuando la solución de hidróxido de potasio tiene una concentración de

2% p/v, sin despreciar los resultados con una concentración del solvente de 0,5% p/v. Al respecto, se deben emplear bajas concentraciones de álcali para no degradar el colorante, y este parámetro se maneja dentro del proceso extractivo porque, en parte, depende el desprendimiento del colorante de las semillas, teniendo en cuenta que en otros estudios realizados se han trabajado concentraciones entre 1% y 2% p/v (Aguilar, 1998; Devia, 2005; Devia & Saldarriaga, 2003).

**Tabla 2**. Eficiencia del proceso extractivo de *B. orellana* L. (Bixaceae) expresado en gramos al 2% p/v, respecto a la relación semilla/solvente, tiempo de agitación, pH y tiempo de secado

| Relación semilla/solvente | Tiempo de agitación (min) | pH | Temperatura de secado (°C) | Eficiencia del colorante (g) |
|---|---|---|---|---|
| 1:2 | 30 | 2 | 58 | 0,77 |
| 1:2 | 30 | 2 | 57 | 0,49 |
| 1:2 | 30 | 2 | 56 | 0,45 |
| 1:2 | 45 | 2,25 | 57 | 0,33 |
| 1:2 | 45 | 2,25 | 56 | 0,37 |
| 1:2 | 45 | 2,25 | 58 | 0,75 |
| 1:2 | 60 | 2,51 | 56 | 0,36 |
| 1:2 | 60 | 2,51 | 57 | 0,46 |
| 1:2 | 60 | 2,51 | 58 | 0,86 |
| 1:3 | 30 | 2,08 | 58 | 0,86 |
| 1:3 | 30 | 2,08 | 57 | 0,54 |
| 1:3 | 30 | 2,08 | 56 | 0,31 |
| 1:3 | 45 | 2,57 | 58 | 0,79 |
| 1:3 | 45 | 2,57 | 57 | 0,64 |
| 1:3 | 45 | 2,57 | 56 | 0,38 |
| 1:3 | 60 | 2,26 | 58 | 1,46 |
| 1:3 | 60 | 2,26 | 57 | 0,41 |
| 1:3 | 60 | 2,26 | 56 | 0,35 |

En la determinación de la eficiencia del proceso de extracción del colorante de las semillas de *B. orellana* L. en relación a la variable tiempo de agitación (Tabla 1 y 2); es necesario determinar cuánto tiempo deben permanecer las semillas en agitación para extraer la máxima cantidad de colorante, sin que éstas comiencen a desprender impurezas o quede buena parte de colorante sin separar. En los tiempos de agitación considerados de 30, 45 y 60 minutos, se demostró que a los 60 minutos se obtuvo una mayor extracción del colorante, y se debería a que a mayor tiempo de contacto del solvente con la semilla existe una mayor extracción (Devia & Saldarriaga, 2003; Morales *et al.*, 2005).

De la misma forma, respecto a la variable

pH; se obtuvo mayor rendimiento a pH 2,26; y este resultado concuerda con algunos autores al referir que cuando se desea que la presentación final del colorante sea en polvo, se requiere precipitar el pigmento con ácido sulfúrico antes de filtrar. La literatura refiere utilizar un intervalo entre 2 – 2,5; rango donde se obtiene un mayor rendimiento en la precipitación (Devia & Saldarriaga, 2003; Giraldo & Londoño, 1999; Jaramillo & Muñoz, 1992; Lanza, 1997).

Asimismo, la temperatura de secado es un factor que influye en la eficiencia del proceso extractivo, es así, que se trabajó a 3 temperaturas (56, 57 y 58°C), obteniéndose que la temperatura donde existe la mayor extracción es a los 58°C. La literatura refiere que se puede utilizar una temperatura máxima de 58ºC para el secado, porque experimentalmente en otros estudios se ha encontrado, que a temperaturas por encima de 60°C la bixina se degrada, disminuyéndose la calidad del colorante y el rendimiento del proceso (Aguilar, 1998; Devia, 2005).

De manera general, la mayor eficiencia se observó a una concentración del 2% P/V, con una relación de semilla-solvente 1:3, tiempo de agitación 60 minutos, temperatura de secado de 58°C y pH 2,26; obteniéndose un peso de colorante seco de 1,46 g de polvo de *B. orellana* L.

En la tabla 3 se muestran los resultados de los estudios organolépticos realizados al colorante extraído de la semilla de *B. orellana* L. a concentraciones de 0,5 y 2% P/V. El color varía del rojo ladrillo al anaranjado teja respectivamente, en ambos casos, tienen un aspecto de polvo fino de consistencia suave y olor metálico, estos resultados concuerdan con otras bibliografías que refieren que la concentración de pigmentos es característica del método de extracción, de masa blanda, sólida, plástica y homogénea, color rojo-anaranjado, sabor amargo, se reseca con facilidad dando una consistencia dura y quebradiza, de color pardo-rojiza (Giraldo & Londoño, 1999; Jaramillo & Muñoz, 1992; Lanza, 1997).

**Tabla 3**. Características organolépticas del colorante extraído de la semilla de *B. orellana* L. (Bixaceae).

| **Concentración colorante P/V** | **Color** | **Olor** | **Textura** | **Aspecto** |
|---|---|---|---|---|
| 0,5% | Anaranjado teja | Metálico | Suave | Polvo fino |
| 2% | Rojo bordó | Metálico | Suave | Polvo fino |

En la tabla 4 se observan las características fisicoquímicas realizadas al extracto obtenido de las semillas de *B. orellana* L. en el cual se evidencia que para la determinación de variación de color por cambio de pH, el color no varía, lo que se puede presenciar es una disminución en la intensidad de color cuando cambia de pH 7 a rangos de 2 y 2,5. Asimismo en la variación de color por efecto de la temperatura, no se observan cambios en la coloración ni en la intensidad del colorante, lo que permite predecir una futura aplicabilidad del colorante en formulaciones para tintes cosméticos (Aguilar, 1998; Devia & Saldarriaga, 2003).

*B. orellana* L. tiene un gran potencial y demanda para la industria alimentaria mundial ya que la bixina extraída de sus semillas aporta una de las tonalidades del color rojo más puro y natural que existe, para la elaboración de quesos, refrescos,

**Tabla 4.** Características fisicoquímicas del colorante extraído de la semilla de *B. orellana* L. (Bixaceae).

| Concentración del extracto | Sensibilidad a cambio de pH | | | |
|---|---|---|---|---|
| | Inicial (6-7) | 2 | 2,25 | 2,5 |
| 0,5% P/V | Anaranjado teja (+++) | Anaranjado teja (++) | Anaranjado teja (++) | Anaranjado teja (++) |
| 2% P/V | Rojo ladrillo (+++) | Rojo ladrillo (++) | Rojo ladrillo (++) | Rojo ladrillo (++) |
| **Concentración del polvo** | **Sensibilidad a variación de temperatura** | | | |
| | **Inicial (23°C)** | **56°C** | **57°C** | **58°C** |
| 0,5% P/V | Anaranjado (+++) | Anaranjado (+++) | Anaranjado (+++) | Anaranjado teja (+++) |
| 2% P/V | Rojo ladrillo (+++) | Rojo ladrillo (+++) | Rojo ladrillo (+++) | Rojo ladrillo (+++) |

Leyenda: (+++); muy intenso, (++); intenso.

condimentos y otros productos alimenticios (Food and Drugs Administration, 2001). En la industria cosmética, la bixina se incorpora en la fabricación de cremas, lápices labiales, filtros solares y como repelente contra insectos (Cabrera & Piza, 2010; Narciso, 2012).

## Conclusiones

• Los parámetros de mayor eficiencia en el proceso de extracción fueron: 1:3 como la relación cantidad de semilla/volumen de solvente, 2% de hidróxido de potasio como la concentración de solvente, 60 minutos como tiempo de agitación, y 58°C como la temperatura óptima.

• Las características organolépticas del polvo del colorante obtenido fueron: color anaranjado y rojo ladrillo a concentraciones de 0,5% y 2% p/v respectivamente, olor metálico, textura suave y aspecto de polvo fino.

• Las características fisicoquímicas del colorante de *B. orellana* L. refleja que se precipita a rangos de pH 2 a 2,5; obteniéndose un mayor rendimiento a pH 2,25.

## Literatura citada

**Aguilar, N.** 1998. Optimización de parámetros (temperatura, concentración de hidróxido de sodio, tiempo de agitación) para extracción de bixina del achiote (*Bixa orellana* L.) por el método alcalino. Tesis. Universidad Nacional del Altiplano.

**Bonilla, J.** 2009. Manual del cultivo de "achiote": Proyecto de desarrollo de la cadena de valor y conglomerado agrícola. Disponible en: http://cenida.una.edu.ni/relectronicos/RENF01B715mc.pdf

**Cabrera, I. & R. Piza.** 2010. Importancia económica del valor agregado de los derivados del achiote en el mercado interno y externo como alternativa de desarrollo comercial y agroindustrial del sector empresarial de Manabí. Período 2005 - 2008. Tesis. Universidad Técnica de Manabí, Ecuador.

**Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal.** 2010. Manual técnico: el cultivo del achiote, *Bixa orellana* L. Disponible en: http://www.cich.org/publicaciones/3/CNTAF-Manual-Tecnico-del-Achiote.pdf

**Devia, J.** 2005. Pulverización de colorantes naturales por secado por atomización. Cuaderno de investigación N° 33. Disponible en: http://publicaciones.eafit.edu.co/index.php/cuadernosinvestigacion/ar-

ticle/download/1309/1180.

**Devia, J. & L. Saldarriaga.** 2003. Planta Piloto para obtener colorante de la semilla del "achiote" (*Bixa orellana*). Universidad EAFIT 39 (131): 8-22.

**Food and Drugs Administration.** 2001. Summary of color additives listed for use United States in food, drugs, cosmetics and medical devices. Disponible en: http://www.cfsan.fda.gov/~dms/opa-col2.html

**Giraldo, G. & G. Londoño.** 1999. Teñido de sustratos textiles con el colorante de la semilla del "achiote". Tesis. Universidad Pontificia Bolivariana, Medellín.

**Instituto Nacional de Salud.** 2013. Catálogo florístico de plantas medicinales peruanas. Disponible en: http://www.bvs.ins.gob.pe/insprint/CENSI/catalogo_floristico_plantas_medicinales.pdf

**Jaramillo, C. & O. Muñoz.** 1992. Extracción de colorante de "Achiote". Tesis. Universidad Nacional de Colombia, Medellín.

**Lanza, J.** 1997. Optimización del tiempo de lavado en el proceso de extracción de bixina con álcali a partir de semillas de "achiote" (*Bixa orellana*) de diferente maduración. Tesis. Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala.

**Morales, C.; E. Pérez & L. Vega.** 2005. Obtención de indicadores naturales acido base a partir de pétalos de cuatro especies de flores. Tesis. Universidad de El Salvador.

**Narciso, L.** 2012. Manual para la producción de "achiote" (*Bixa orellana* L.). Universidad Veracruzana. Disponible en: http://cdigital.uv.mx/bitstream/123456789/31357/1/leonardojaviernarcisoreyes.pdf

**Pérez O.** 2001. Cinética y extracción de colorantes naturales para la industria textil. Tesis. Universidad de las Américas Puebla, México.

**Pérez, S; M. Cuen & R. Becerra.** 2003. El "achiote". Biodiversitas 46(1): 7-11.

**Quiñones, X. & C. Yunda.** 2014. El "Achiote" *Bixa orellana* L. como posible alternativa productiva para el departamento del Meta. Sist Prod Agroecol. 5(1): 142- 174.



Fig. 1. *Bixa orellana* L. A. Arbolito; B. - D. Cápsulas; C. Recolección de cápsulas; E. Flores (Fotografías Ayala *et al*., s/n)